

**Ex - Comité de Estudio 36  
Compatibilidad Electromagnética en Sistemas de Potencia**

**EVALUACIÓN ESTADÍSTICA DE INDICADORES DE CALIDAD DE SERVICIO.  
APLICACIÓN AL ÁREA METROPOLITANA DE BUENOS AIRES.**

**Jorge L. Martínez, Luis Mazzeo, Gabriel Ingani**  
Ente Nacional Regulador de la Electricidad

**Pedro E. Issouribehere (\*), Juan C. Barbero**  
IITREE - Universidad Nacional de La Plata

**RESUMEN**

Se presentan resultados del procesamiento de más de cuatro años de mediciones de interrupciones del servicio eléctrico en el Área Metropolitana de Buenos Aires.

El procesamiento realizado tuvo por objetivo obtener los índices de confiabilidad tradicionales SAIFI, CAIDI y SAIDI para los usuarios del Área Metropolitana de Buenos Aires, Argentina.

Estos índices han sido obtenidos considerando por un lado al conjunto de interrupciones medidas en campo como una muestra estadística del universo, y por otro lado considerando la totalidad de interrupciones informadas al Ente Regulador por las Distribuidoras.

La información proveniente de ambas fuentes, recolectada durante más de cuatro años, hasta febrero de 2002, ha sido empleada en este trabajo para realizar el procesamiento estadístico de la cantidad de interrupciones y del tiempo total de interrupción. Se obtienen los valores correspondientes a los factores de confiabilidad: tasa de interrupciones  $\lambda$  e indisponibilidad  $Q$ , y sus respectivos valores medios: SAIFI y SAIDI.

Se efectúa la comparación de los resultados y se analiza la utilidad de los índices estimados como indicadores de la calidad del servicio eléctrico.

**Palabras Clave:** Calidad de Servicio - Interrupciones – Control – Estadística.

**1.0. INTRODUCCIÓN**

En la actualidad (Etapa 2) el control de la Calidad de Servicio Técnico – tasa y duración de las interrupciones de duración superior a 3 minutos– en el Área Metropolitana de Buenos Aires, tiene lugar a nivel de usuario, de acuerdo a lo establecido en [1]-[3], a través del seguimiento de dos indicadores semestrales: frecuencia y tiempo total de interrupción.

Cuando se excede alguno de los límites establecidos para tales indicadores (que dependen de las diferentes tarifas), las Distribuidoras son pasibles de penalizaciones. El monto de la penalización depende del apartamiento correspondiente a cada usuario, y de la valoración de la energía no suministrada (ENS). Ese monto se acredita en la cuenta de los usuarios afectados (bonificación).

Las Distribuidoras deben informar periódicamente al Ente Regulador las contingencias ocurridas en la red. Esta información está preparada para ser correlacionada con los datos topológicos de la red y con la información comercial de los usuarios, pudiéndose de este modo obtener indicadores de interrupciones a nivel de cada suministro.

Por otra parte, el control de la confiabilidad del suministro (o *calidad del servicio técnico* como se la denomina en Argentina) implementada por las Distribuidoras, es auditada por el Ente Nacional Regulador de la Electricidad (ENRE) por medio de mediciones en campo, dedicadas a detectar desviaciones o inconsistencias en la información elevada por las Distribuidoras [4].

Las mediciones de campo se realizan con Registradores de Eventos de Tensión (RET), que son

(\*)Instituto de Investigaciones Tecnológicas para Redes y Equipos Eléctricos (IITREE). Universidad Nacional de La Plata. Calle 48 y 116. (B1900AMF) La Plata. Argentina. Tel/Fax: +54-221-425-0804/423-6695/6697. E-mail: [iitree@ing.unlp.edu.ar](mailto:iitree@ing.unlp.edu.ar).  
Ente Nacional Regulador de la Electricidad (ENRE). Av. Madero 1020 P.8 – (C1106ACX) Buenos Aires – Argentina. Tel.: +54-11-4314-5638 / 39 / 40 - Fax: +54-11-4314-5584 - E-mail: [jlmartinez@enre.gov.ar](mailto:jlmartinez@enre.gov.ar).

equipos monofásicos que registran información concerniente a eventos (interrupciones, microinterrupciones y niveles transitorios de alta tensión y baja tensión) originados en la red. La instalación y operación de los RET y procesamiento básico de la información recolectada es realizado por el IITREE de la Universidad Nacional de la Plata.



En este trabajo se presentan los resultados del procesamiento estadístico de las interrupciones de duración superior a 3 minutos: cantidad de interrupciones y tiempo total de interrupción.

Estas determinaciones se realizaron a partir de datos provenientes de dos fuentes: por un lado la información de campo recolectada mediante los RET, a lo largo de más de cuatro años de mediciones, hasta Febrero de 2002; y por otra parte, la información correspondiente al total de interrupciones informadas al Ente Regulador por las tres Distribuidoras del Área Metropolitana de Buenos Aires (de aquí en adelante referidas como A, B y C).

## 2.0. DEFINICIONES

Los indicadores estadísticos empleados en Servicios Eléctricos son los mismos que se utilizan para definir la confiabilidad de equipos y sistemas.

Para evaluar esos indicadores para cada punto supervisado o controlado se obtuvieron las siguientes magnitudes:

### Tasa de interrupciones:

$$\lambda = 6 \frac{N_{tot}}{Mi} \quad (1)$$

### Tiempo de reposición:

$$r = \frac{\bar{D}}{10 Mi} \quad (2)$$

### Indisponibilidad:

$$Q = \frac{D_{tot}}{10 Mi} \quad (3)$$

donde:

$$D_{tot} = \sum_{i=1}^{N_{tot}} D_i \quad \bar{D} = \frac{1}{N_{tot}} \sum_{i=1}^{N_{tot}} D_i$$

Siendo, para cada usuario:

- $D_i$ : Duración de las interrupciones [min].
- $N_{tot}$ : Número total de interrupciones registradas.
- $Mi$ : Cantidad de meses que el punto ha sido controlado o supervisado.
- $\lambda$ : Tasa de interrupciones, expresada en [N° interr. / semestre]
- $r$ : Tiempo de reposición [horas / interrupción].
- $Q$ : Indisponibilidad [horas / semestre]

Los valores medios de los indicadores dados por las expresiones (1) a (3), extendidos al nivel de la red que corresponda, son respectivamente el SAIFI (*System Average Interruption Frequency Index*), CAIDI (*Customer Average Interruption Duration Index*) and the SAIDI (*System Average Interruption Duration Index*).

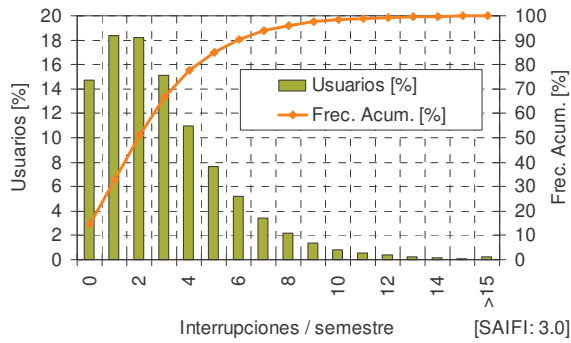
Estos índices son extensivamente empleados internacionalmente por las empresas de Distribución.

## 3.0. INDICADORES DE CALIDAD OBTENIDOS A PARTIR DE LA INFORMACIÓN OFICIAL.

En esta sección se presentan algunos resultados obtenidos a partir de la información de interrupciones de 3 minutos o mayor duración, elevada por parte de las Distribuidoras al Ente Nacional Regulador.

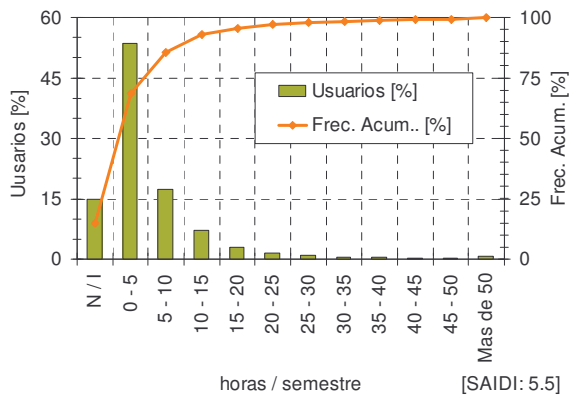
La Figura 1 resume los resultados estadísticos obtenidos al computar las interrupciones para la totalidad de usuarios del Área Metropolitana de Buenos Aires.

En esta figura se muestra la frecuencia relativa y la frecuencia acumulada de la cantidad de interrupciones por semestre. El valor medio de la tasa de interrupciones, que corresponde al SAIFI, resultó de 3 interrupciones por semestre.



**Figura 1.** Tasas de interrupciones obtenidas a partir de datos informados durante tres años.

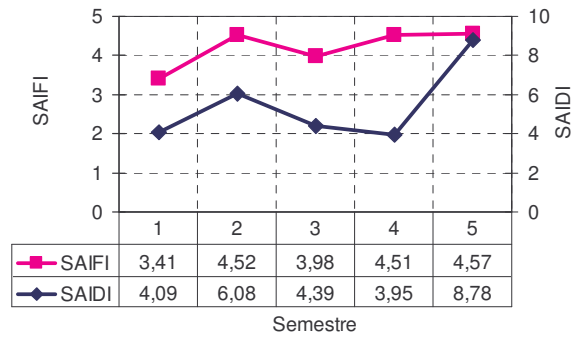
En la Figura 2 se resumen los resultados estadísticos para la indisponibilidad sufrida por los usuarios del Área Metropolitana de Buenos Aires.



**Figura 2.** Indisponibilidad obtenida a partir de datos informados durante tres años.

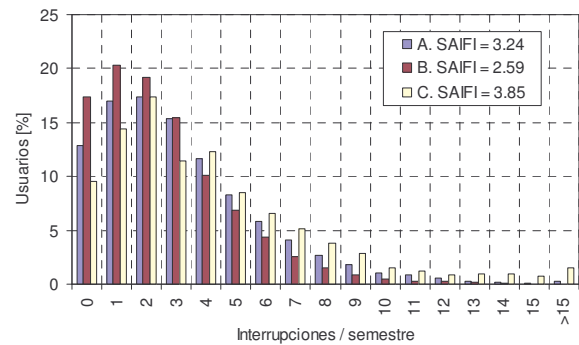
Se muestra la frecuencia relativa y la frecuencia acumulada de los valores de indisponibilidad calculados. El valor medio, que corresponde al SAIDI, resultó 5,5 horas por semestre.

En la Figura 3 se muestra la evolución de los valores medios de los indicadores durante el período considerado (Semestre 1: 01/09/97-28/02/98 al Semestre 5: 01/09/99-29/02/00).



**Figura 3.** Evolución de los indicadores de Calidad de Servicio en Buenos Aires.

En la Figura 4 se comparan las estadísticas de las tasas de interrupciones resultantes para las tres Distribuidoras (A, B y C) del Área Metropolitana de Buenos Aires.



**Figura 4.** Tasas de Interrupciones por Distribuidora obtenidas con datos informados durante tres años.

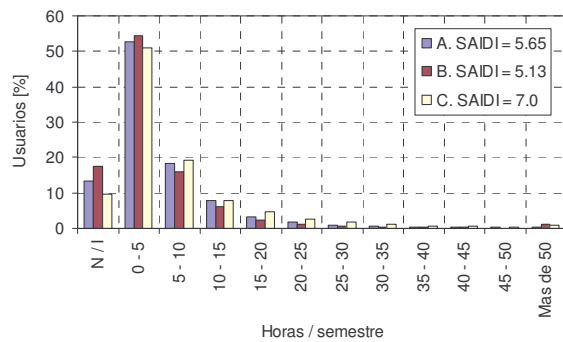
De manera similar, en la Figura 5 se comparan las estadísticas de las tasas de indisponibilidad para las tres Distribuidoras.

#### 4.0. INDICADORES DE CALIDAD DE SERVICIO OBTENIDOS A PARTIR DE MUESTREO

##### 4.1. Obtención de la información de campo

Los RET se instalan en domicilios de usuarios, seleccionados de las bases de datos de conectividad Usuario-Red, elevadas semestralmente al Ente Regulador.

La estrategia de instalación tiene por objetivo permitir descartar eventos registrados que no tengan origen en la red de distribución.



**Figura 5.** Indisponibilidad por Distribuidora obtenidas con datos informados durante tres años.

A tal fin, los puntos de suministro se eligen en parejas, de acuerdo a las instalaciones que se deseen auditar. Por ejemplo, a nivel de la red de BT (suministros conectados al mismo alimentador de BT o transformador MT/BT) o a nivel de la red de MT (suministros vinculados a diferentes transformadores MT/BT, pero conectados al mismo alimentador de MT).

De este modo, se pueden controlar redes de distintos niveles de tensión, según el caso que se implemente.

El uso normal de la información obtenida con los RET es para detectar errores u omisiones en los informes de las Distribuidoras, tal como se explica en [4].

#### 4.2. Procesamiento de la información

La información procesada para las tres Distribuidoras del Área Metropolitana de Buenos Aires abarca el período comprendido entre Octubre de 1997 a Febrero de 2002.

A fin de obtener los indicadores de calidad de servicio técnico a nivel de usuarios, los datos obtenidos en campo se preprocesaron para validar los eventos detectados por los registradores.

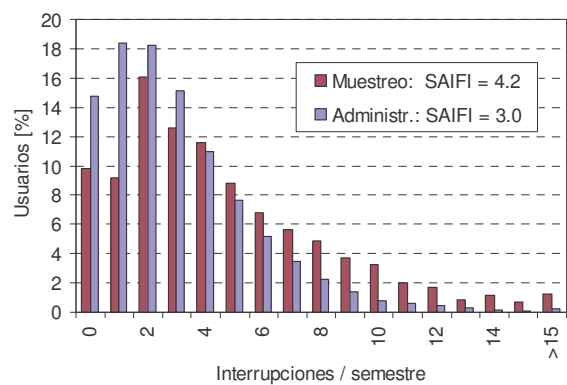
Se consideran todos los eventos registrados por los RET en las redes de las tres Distribuidoras y cada evento se asocia a uno de los períodos de control (semestral), teniendo en cuenta su hora de inicio.

#### 4.3. Determinación de los indicadores de Calidad de Servicio Técnico

El procesamiento que se describe aquí fue llevado a cabo para las tres Distribuidoras, calculando los indicadores que se han definido.

El procesamiento estadístico del número de interrupciones registradas por usuario y por semestre, para el Área Metropolitana de Buenos Aires, produjo los resultados que se indican en las Figuras 6 y 7.

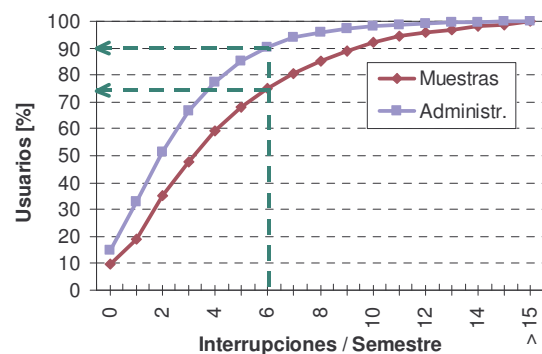
En ambas figuras se comparan los resultados de las tasas de interrupción informadas por las Distribuidoras (Figura 1) con aquellos obtenidos mediante el método de muestreo.



**Figura 6.** SAIFI. Comparación de resultados.

Se observa que las tasas de interrupciones informadas son inferiores a las obtenidas directamente por muestreo.

La Figura 7 permite apreciar que la cantidad de usuarios cuya calidad de servicio es peor a, por ejemplo, 6 interrupciones por semestre, es 10% de acuerdo a la información a controlar. Por otra parte, la información obtenida en los puntos controlados indica que los usuarios con tal mala calidad de servicio son el 25% del total.



**Figura 7.** SAIFI. Comparación de resultados.

En la Figura 8 se muestra la relación entre el SAIFI obtenido a partir de los datos oficiales informados por la Distribuidora B, y el SAIFI obtenido a partir de las mediciones en las muestras.

Puede apreciarse que ambas evaluaciones ajustan dentro de márgenes aceptables en los sucesivos períodos, lo cual pondría en evidencia que ambas fuentes de información son coherentes.

En la Figura 9 se presenta el seguimiento del SAIDI, obtenido como estadística de los valores medios, para la Distribuidora A.

En este caso la relación entre los valores de SAIDI obtenidos a partir de las mediciones en las muestras y aquellos obtenidos de la información oficial informada por la Distribuidora A, no es constante a lo largo de los sucesivos períodos de control.

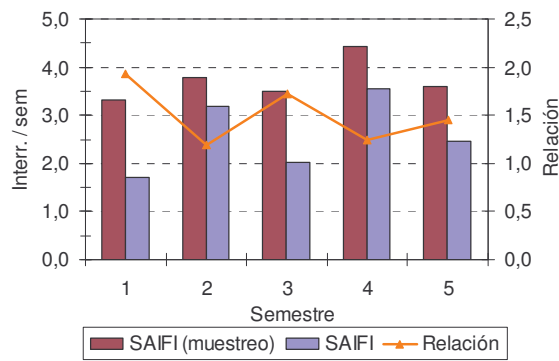


Figura 8. Distribuidora B. Evaluación del SAIFI.

Este patrón indicaría que la muestra no es representativa del universo como sería de esperar, tanto debido al tamaño de la muestra (100 ítems en este caso) como a los errores de los informes de interrupciones efectuados por la Distribuidora.

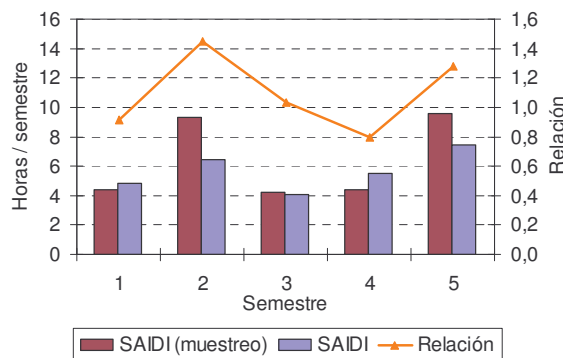


Figura 9. Distribuidora A. Evaluación del SAIDI.

## 5.0. COMENTARIOS Y CONCLUSIONES

El trabajo que se ha presentado puede ser considerado como un primer avance en el uso de técnicas de control de Calidad de Servicio Técnico aplicando mediciones muestreadas.

El objeto del muestreo es ofrecer información directa y representativa de la Calidad al Organismo de Control, a fin de juzgar los resultados informados por las Distribuidoras, evaluados por ellas mismas sobre el universo de sus usuarios.

A partir de las mediciones en puntos muestreados, pueden obtenerse indicadores globales que serían representativos de los indicadores evaluados sobre el universo de sus usuarios.

Es necesario acrecentar la experiencia para correlacionar adecuadamente los resultados del muestreo con aquellos obtenidos por el método convencional de administración de las interrupciones ocurridas en la red y sus asignaciones a los usuarios

afectados, teniendo en cuenta su conectividad eléctrica.

El tamaño de la muestra no debe ser inferior a 300 ítems por estrato (pudiendo considerarse como un estrato, toda la red, un dado nivel de tensión, una zona geográfica, etc.).

El control a partir de mediciones sobre muestras tendría una aplicación inmediata en la verificación llevada a cabo por el Organismo de Control sobre los informes de interrupciones efectuados por las Distribuidoras.

En la actualidad, el procedimiento de control en el Área Metropolitana de Buenos Aires consiste en verificar que cada interrupción de duración mayor a 3 minutos registrada mediante los RET, también haya sido informada [5].

El tratamiento estadístico –el enfoque de este trabajo– es una aplicación complementaria y puede ser de utilidad para sustentar decisiones del Organismo de Control, frente al apartamiento de resultados. El caso antes presentado en el cual se dedujo que el porcentaje de usuarios afectados por mala calidad de servicio fue 25% y no 10%, es un ejemplo de ello.

## 6.0. REFERENCIAS

- [1] Ente Nacional Regulador de la Electricidad (ENRE). *Contratos de Concesión de los Servicios de Distribución Eléctrica del Área Metropolitana de Buenos Aires, Argentina. Subanexo 4. Normas de Calidad del Servicio Público y Sanciones.*
- [2] Ente Nacional Regulador de la Electricidad (ENRE). “Resolución ENRE 0527/1996”. *Boletín Oficial N° 28.480*, 17 de septiembre de 1996, p. 22.
- [3] Ente Nacional Regulador de la Electricidad (ENRE). “Resolución ENRE 0002/1998”. 7 de enero de 1998.
- [4] J. Martínez, A. Galinski, P.E. Issouribehere y J.C. Barbero. “Interrupciones breves en los Servicios de Distribución en el Área Metropolitana de Buenos Aires”. *Congreso CIER 2000* organizado por la Comisión de Integración Eléctrica Regional (CIER), Buenos Aires, 27-29 de Noviembre de 2000.
- [5] J.L. Martínez, L.D. Mazzeo, G.A. Ingani, P.E. Issouribehere, J.C. Barbero. “Control procedure of electrical service quality (supply continuity) provided by Buenos Aires metropolitan area utilities with event recorders”. *Congreso Internacional de Distribución Eléctrica, CIDEL 2002*. Buenos Aires, Argentina, 3-5 Diciembre 2002.